UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

SIMPLEX : UN SYSTÈME D'AIDE POUR LE CALCUL DU PIVOT EN PROGRAMMATION LINÉAIRE
(Première version)

par

Louis Delorme

CENTRE DE RECHERCHE SUR LES TRANSPORTS

CASE POSTALE 6128, SUCCURSALE A, MONTRÉAL, QUÉBEC, H3C 3J7

SIMPLEX : UN SYSTÈME D'AIDE POUR LE CALCUL DU PIVOT EN PROGRAMMATION LINÉAIRE
(Première version)

par

Louis Delorme

Cette recherche a été possible grâce à une subvention du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (C.R.S.N.G.).

Cette étude a été publiée grâce à une subvention du fonds F.C.A.R. pour l'aide et le soutien à la recherche.

Université de Montréal

Centre de recherche sur les transports - Publication #501

Département d'informatique et
recherche opérationnelle - Publication #594

Novembre 1986

Dépôt légal - 4e trimestre 1986

TABLE DES MATIÈRES

Page

TABLE DES MATIÈRES. ii

RÉSUMÉ iii

1. INTRODUCTION 1

2. L'ACCESSION AU SYSTÈME SIMPLEX 1

3. L'ENTRÉE DES DONNÉES 2
   3.1 - Définitions. 2
      3.1.1 - Les entiers. 2
      3.1.2 - Les réels. 3
      3.1.3 - Les variables de décision et d'écart 3
      3.1.4 - Les variables artificielles. 4
   3.2 - Les données. 4
      3.2.1 - "TITRE DU PROBLEME". 4
      3.2.2 - "NOMBRE DE VARIABLES (INCLUANT LES ECARTS)". 5
      3.2.3 - "NOMBRE DE CONTRAINTES". 5
      3.2.4 - "DONNEZ LES COEFFICIENTS DES VARIABLES DANS LA FONCTION OBJECTIF". 5
      3.2.5 - "DONNEZ LES TERMES DE DROITE (B)". 5
      3.2.6 - "DONNEZ LES COEFFICIENTS DES VARIABLES DANS LES CONTRAINTES" 6

4. LES OPÉRATIONS PERMISES. 6
   4.1 - Les deux phases du simplexe. 6
      4.1.1 - La phase I du simplexe 7
      4.1.2 - La phase II du simplexe. 8
   4.2 - "QUELLE OPERATION DESIREZ-VOUS?" 9
      4.2.1 - Opération F. 9
      4.2.2 - Opération R. 9
      4.2.3 - Opération P. 10
      4.2.4 - Opération L. 10
      4.2.5 - Opération T. 11
      4.2.6 - Opération E. 11
      4.2.7 - Opération 2. 12

5. DEUX EXEMPLES. 12
   5.1 - Problème 1 12
   5.2 - Problème 2 16

SOMMAIRE DES OPÉRATIONS 23

RÉSUMÉ

SIMPLEX est un programme interactif qui permet d'assimiler les opérations de la méthode du simplexe en programmation linéaire sans avoir à faire les calculs du pivot. Cet outil pédagogique d'une grande flexibilité laisse l'utilisateur résoudre lui-même de petits problèmes. Il lui permet de plus de réaliser des opérations interdites tel un pivot sur un coefficient négatif; l'utilisateur doit détecter et corriger lui-même ses erreurs. Ce document permettra à l'utilisateur d'accéder au système et d'entrer correctement les données du problème à l'étude. Il décrit toutes les opérations permises et se termine par la présentation de deux exemples.

Mots clés : programmation linéaire, simplexe, programme interactif

1. INTRODUCTION

SIMPLEX est un programme interactif écrit en Fortran conçu tout spécialement pour les étudiants qui suivent un cours d'initiation à la programmation linéaire. Ce système permet à l'étudiant de comprendre et d'assimiler les opérations de la méthode du simplexe sans avoir à faire les calculs fastidieux du pivot. Cet outil pédagogique est, selon nous, de loin plus utile à l'étudiant que tout autre système commercial de programmation linéaire. En effet, contrairement à APEX-III ou à LINDO, SIMPLEX laisse l'utilisateur résoudre lui-même le problème. De plus, il lui permet de réaliser des opérations interdites, tels l'entrée d'une variable qui est déjà dans la base ou un pivot sur un élément nul ou négatif; ce sera alors à l'utilisateur de détecter et de corriger ses erreurs. Ce système n'est pas conçu pour résoudre de gros problèmes : le nombre de variables est limité à 7 (12 avec les variables artificielles) et le nombre de contraintes à 5. De plus, la version actuelle se limite à l'utilisation de la méthode primale du simplexe, et ne permet pas de faire d'analyses de sensibilité. Nous prévoyons dans un proche avenir inclure ces derniers éléments dans une seconde version du système.

Ce document est divisé comme suit : nous abordons dans un premier temps la façon d'accéder au système. Nous décrivons par la suite l'entrée des données. Nous définissons les opérations permises. Nous terminons par la présentation de deux exemples.

2. L'ACCESSION AU SYSTÈME SIMPLEX

Pour accéder au système SIMPLEX, disponible sur l'ordinateur CYBER du centre de calcul de l'Université de Montréal, il suffit de taper la commande suivante (après s'être branché sur le terminal et avoir fait "EDIT" ou "BONJOUR") :

.. EX SIMPLEX U=25 (suivie de la touche "RETURN")

et le système demandera après quelques secondes le titre du problème à résoudre.

Si l'utilisateur désire interrompre la session en cours quel qu'en soit le moment, il n'a qu'à taper la commande "@/I" suivie d'un "RETURN" et le système stoppera immédiatement les opérations. Les données entrées par l'utilisateur lors de la session seront alors irrémédiablement perdues.

Pour obtenir une copie sur papier de la session (i.e. tout ce qui est apparu sur l'écran du terminal), il suffit de taper une des commandes suivantes suivie de la touche "RETURN" après être sorti du système :

.. LIR LISTC U=25	pour disposer la copie au site central du centre de calcul;
.. LIR LIST2 U=25	pour disposer la copie sur l'imprimante du satellite A2 (pavillon Lionel-Groulx, local M-2340);
.. LIR LIST4 U=25	pour disposer la copie sur l'imprimante du satellite A4 (pavillon principal, local S-116);
.. LIR LIST5 U=25	pour disposer la copie sur l'imprimante du satellite A5 (département d'informatique et recherche opérationnelle, pavillon principal, local S-145);

IMPORTANT

Si l'utilisateur, après avoir terminé une session, débranche son terminal ou commence une nouvelle session sans avoir au préalable exécuté la commande d'impression de ses résultats, il lui sera impossible d'en avoir une copie à moins de reprendre à nouveau la session.

3. L'ENTRÉE DES DONNÉES

3.1 Définitions

3.1.1 Les entiers

Un entier est une suite d'au moins un chiffre précédée ou non d'un ou de plusieurs blancs. Un entier est toujours positif ou nul, c'est donc dire que le signe "-" n'est pas permis.

Exemples :

- L'entier "5" peut s'écrire "5", " 5", " 005", etc.
- "A", "-6", "1.0" ne sont pas des entiers.

Si un entier est demandé par le système et qu'il y a une erreur de la part de l'utilisateur, SIMPLEX soulignera l'erreur comme suit :

"ERREUR ! CE N'EST PAS UN ENTIER"

et reprendra la question.

3.1.2 Les réels

Un réel est une suite d'au moins un chiffre précédée ou non du signe "-" puis d'aucun, d'un ou de plusieurs blancs. Cette suite est suivie obligatoirement d'un point (".") puis d'aucun, d'un ou de plusieurs chiffres (les décimales).

Exemples :

- "0.", "-55.33", " -5.", " 0.999" sont des réels.
- " ", ".0", "A", " - 99.", "88" ne sont pas des réels.

Si un réel est demandé par le système et qu'il y a une erreur de la part de l'utilisateur, SIMPLEX soulignera l'erreur comme suit :

"ERREUR ! CE N'EST PAS UN REEL"

et reprendra la question.

3.1.3 Les variables de décision et d'écart

Une variable de décision ou d'écart du problème est symbolisée de la façon suivante : la lettre "X" suivie d'une parenthèse ouvrante ("("), de l'indice de la variable (un chiffre positif inférieur ou égal au nombre de variables) et d'une parenthèse fermante (")").

Exemples :

- "X(2)" représente une variable.
- "X2", "X(2)", "X(2)" ne sont pas valides.

Si une variable est demandée par le système et qu'il y a une erreur de la part de l'utilisateur, SIMPLEX soulignera l'erreur comme suit :

"ERREUR ! NOM DE VARIABLE INVALIDE"
ou "ERREUR ! CETTE VARIABLE N'EXISTE PAS"

et reprendra la question. Le second message d'erreur survient lorsque l'indice est supérieur au nombre de variables du problème.

3.1.4 Les variables artificielles

Une variable artificielle du problème est symbolisée de la façon suivante : la lettre "T" suivie d'une parenthèse ouvrante ("("), de l'indice de la variable (un chiffre positif inférieur ou égal au nombre de variables artificielles) et d'une parenthèse fermante (")").

Exemples :

- "T(2)" représente une variable.
- "T2", "T(2)", "T(2)", "T (2)" ne sont pas valides.

Si une variable est demandée par le système et qu'il y a une erreur de la part de l'utilisateur, SIMPLEX soulignera l'erreur comme suit :

"ERREUR ! NOM DE VARIABLE INVALIDE"
ou "ERREUR ! CETTE VARIABLE N'EXISTE PAS"

et reprendra la question. Le second message d'erreur survient lorsque l'indice est supérieur au nombre de variables artificielles.

3.2 Les données

Nous énumérons dans ce qui suit les informations demandées dans l'ordre par le système. Une donnée doit toujours être suivie de la touche "RETURN". Si l'utilisateur commet une erreur, le système émettra le message d'erreur approprié et reprendra la question.

3.2.1 "TITRE DU PROBLÈME"

Le titre du problème est une suite d'au plus 20 caractères permettant d'identifier le problème à résoudre; ce titre apparaîtra au début de

chaque tableau du simplexe imprimé à l'écran du terminal. Il n'y a pas d'erreur possible pour cette donnée.

3.2.2 "NOMBRE DE VARIABLES (INCLUANT LES ÉCARTS)"

Ce nombre est un entier (voir 3.1.1) positif, plus petit ou égal à 7. Il représente le nombre de variables de décision et d'écart du problème à l'étude. Si ce nombre est nul ou supérieur à 7, le message suivant apparaîtra à l'écran :

"ERREUR ! LE NOMBRE DE VARIABLES EST PLUS GRAND QUE 7 OU NUL"

et le système reprendra la question.

3.2.3 "NOMBRE DE CONTRAINTES"

Ce nombre est un entier (voir 3.1.1) positif, plus petit ou égal à 5. Si ce nombre est nul ou supérieur à 5, le message suivant apparaîtra à l'écran :

"ERREUR ! LE NOMBRE DE CONTRAINTES EST PLUS GRAND QUE 5 OU NUL"

et le système reprendra la question.

3.2.4 "DONNEZ LES COEFFICIENTS DES VARIABLES DANS LA FONCTION OBJECTIF"

À la suite de ce message, la question suivante apparaît à l'écran du terminal pour chacune des variables de décision et d'écart du problème :

"COUT DE X(J) ="

où J est l'indice de la jème variable du problème. L'utilisateur doit alors inscrire le coefficient de X(J) dans la fonction objectif; ce coefficient est un réel (voir 3.1.2).

3.2.5 "DONNEZ LES TERMES DE DROITE (B)"

À la suite de ce message, la question suivante apparaît à l'écran du terminal pour chacune des contraintes du problème :

"TERME DE DROITE DE LA CONTRAINTE NO I ="

où I représente la ième contrainte du problème. L'utilisateur doit alors inscrire le terme de droite (B(I)) de cette contrainte; ce terme est un réel (voir 3.1.2) qui devrait en principe être positif ou nul. Si l'utilisateur inscrit un réel négatif, il n'y aura pas de message d'erreur; SIMPLEX poursuivra ses opérations normalement bien que les résultats produits n'auront aucun sens. Le système laisse le soin à l'utilisateur de détecter et de corriger lui-même une telle erreur.

3.2.6 "DONNEZ LES COEFFICIENTS DES VARIABLES DANS LES CONTRAINTES"

À la suite de ce message, l'information suivante apparaît à l'écran du terminal pour chacune des contraintes du problème :

"-CONTRAINTE NO I :"

où I représente la ième contrainte du problème. SIMPLEX demande ensuite à l'utilisateur la donnée qui suit pour chacune des variables de décision et d'écart du problème :

"COEFFICIENT DE X(J)="

où J est l'indice de la jème variable du problème. L'utilisateur doit alors inscrire le coefficient de X(J) dans la ième contrainte (A(I,J)); ce coefficient est un réel (voir 3.1.2).

4. LES OPÉRATIONS PERMISES

4.1 Les deux phases du simplexe

Après avoir inscrit au terminal les données du problème, l'utilisateur doit répondre à la question suivante :

"DESIREZ-VOUS PROCEDER À UNE PHASE I (OUI OU NON)?"

La réponse doit alors être "OUI" ou "NON" sans quoi le message suivant apparaîtra à l'écran :

"ERREUR ! REPONDEZ OUI OU NON"

et le système reprendra la question.

Si la réponse est "OUI" alors SIMPLEX procèdera à une phase I du simplexe (voir section 4.1.1) sinon il sautera directement à la phase II (section 4.1.2).

4.1.1 La phase I du simplexe

La première information demandée par le système est la suivante :

"DEFINITION DES VARIABLES ARTIFICIELLES :"

L'utilisateur doit alors répondre à la question suivante par "OUI" ou par "NON" pour chacune des contraintes du problème (sans quoi un message d'erreur apparaît à l'écran et le système reprend la question) :

"Y A-T-IL UNE VARIABLE ARTIFICIELLE DANS LA CONTRAINTE NO I
(OUI OU NON) ?"

où I est la ième contrainte du problème. Si la réponse est "NON" alors SIMPLEX passe à la contrainte suivante. Si elle est "OUI", le système donne le nom de la variable artificielle introduite dans cette contrainte, puis passe à la contrainte suivante. Si jamais l'utilisateur répond "NON" à chacune de ces questions, le message suivant apparaîtra à l'écran :

"ERREUR ! VOUS N'AVEZ INTRODUIT AUCUNE VARIABLE ARTIFICIELLE"

et le système reprendra la question définie à la section 4.1 (i.e. demande de phase I).

S'il existe au moins une contrainte sans variable artificielle, le message suivant apparaîtra à l'écran :

"INSCRIVEZ LES VARIABLES DE BASE POUR LES
CONTRAINTES QUI N'ONT PAS DE VARIABLE ARTIFICIELLE :"

SIMPLEX posera à la suite de ce message la question suivante pour chacune des contraintes vérifiant cette condition :

"VARIABLE DE BASE DANS LA LIGNE NO J DU TABLEAU :"

où J représente la jème contrainte du problème. L'utilisateur doit alors inscrire le nom d'une des variables de décision ou d'écart du problème (voir section 3.1.3). Si la variable proposée ne peut être dans la base, ou qu'elle fait déjà partie de la base, SIMPLEX n'émettra aucun message d'erreur; il poursuivra normalement ses opérations bien que les résultats produits n'auront aucun sens. Le système laisse le soin à l'utilisateur de détecter et de corriger lui-même de telles erreurs.

Après avoir défini la base initiale pour la phase I, l'utilisateur verra apparaître à l'écran le premier tableau du simplexe. SIMPLEX demandera alors l'opération à effectuer (voir section 4.2). Lorsque la phase I est terminée, le système passe à la phase II du simplexe (section suivante).

4.1.2 La phase II du simplexe

Si l'utilisateur vient de terminer une phase I pour le problème étudié, SIMPLEX présente à l'écran du terminal le premier tableau du simplexe pour la phase II, en utilisant la base trouvée à la fin de la phase I. Le système demande par la suite l'opération à effectuer (voir section 4.2).

Si l'utilisateur n'a pas demandé de phase I, SIMPLEX émettra le message suivant :

"INSCRIVEZ LES VARIABLES DE BASE :"

SIMPLEX posera à la suite de ce message la question suivante pour chacune des contraintes du problème :

"VARIABLE DE BASE DANS LA LIGNE NO J DU TABLEAU :"

où J représente la jème contrainte du problème. L'utilisateur doit alors inscrire le nom d'une des variables de décision ou d'écart du problème (voir section 3.1.3). Si la variable proposée ne peut être dans la base, ou qu'elle fait déjà partie de la base, SIMPLEX n'émettra aucun message d'erreur; il poursuivra normalement ses opérations bien que les résultats

produits n'auront aucun sens. Le système laisse le soin à l'utilisateur de détecter et de corriger lui-même de telles erreurs.

La base initiale pour la phase II étant définie, l'utilisateur verra apparaître à l'écran le premier tableau du simplexe. SIMPLEX demandera alors l'opération à effectuer (voir section 4.2).

4.2 "QUELLE OPERATION DESIREZ-VOUS?"

Après avoir présenté à l'écran un tableau du simplexe, SIMPLEX demande l'opération à effectuer. Les réponses possibles sont les suivantes :

"F", "R", "P", "L", "T", "E", ou "2" .

La dernière réponse ("2") n'est possible que pour la phase I du simplexe. Si l'utilisateur n'inscrit aucune de ces réponses, un des messages suivants apparaîtra à l'écran :

"ERREUR ! REPONSES POSSIBLES : F R P L T E 2"
si c'est une phase I ,
ou "ERREUR ! REPONSES POSSIBLES : F R P L T E"
si c'est une phase II ,

et le système reprendra la question. Les réponses sont définies dans les paragraphes qui suivent.

4.2.1 Opération F

Si l'opération demandée est "F", SIMPLEX terminera immédiatement la session. Une telle opération est nécessaire lorsque l'utilisateur a par exemple trouvé la solution optimale du problème à l'étude.

4.2.2 Opération R

Si l'opération demandée est "R", SIMPLEX recommencera depuis le début la résolution du problème. Il posera alors la question définie à la section 4.1 (i.e. demande de phase I). Une telle opération peut être nécessaire lorsque l'utilisateur a par exemple commis une erreur lors de la résolution du problème.

4.2.3 Opération P

Si l'opération demandée est "P", SIMPLEX exécutera un changement de base (i.e. un pivot). Le système pose dans ce cas les deux questions suivantes :

"INSCRIVEZ LA VARIABLE D'ENTREE :"
et "INSCRIVEZ LA VARIABLE DE SORTIE :"

Pour chacune de ces questions, l'utilisateur doit inscrire une variable du problème - de décision, d'écart ou artificielle (voir sections 3.2.3 et 3.2.4). Si la variable de sortie n'est pas dans la base, SIMPLEX émettra le message suivant :

"ERREUR ! CETTE VARIABLE N'EST PAS DANS LA BASE"

et reprendra la question. Suite à ces deux questions, le système exécute le pivot demandé et présente à l'écran le tableau du simplexe qui en résulte.

Si l'utilisateur choisit comme variable d'entrée une variable qui est déjà dans la base, SIMPLEX n'émettra aucun message d'erreur. Le système fera de même si l'utilisateur choisit la mauvaise variable de sortie (i.e. variable ne vérifiant pas le critère de sortie du simplexe) ou s'il demande de faire un pivot sur un coefficient négatif ou nul. Dans ce dernier cas, SIMPLEX pourrait être forcé d'effectuer une série de divisions par zéro; le résultat imprimé dans le tableau du simplexe devrait alors être le suivant : .9999E+99 ou -.9999E+99. Dans tous les cas, SIMPLEX poursuivra normalement ses opérations bien que les résultats produits n'auront aucun sens. Le système laisse le soin à l'utilisateur de détecter et de corriger lui-même de telles erreurs.

4.2.4 Opération L

Si l'opération demandée est "L", SIMPLEX exécutera un pivot partiel. Cette opération est utile pour annuler les coûts relatifs des variables de base au début d'une des deux phases du simplexe. Le système pose d'abord à l'utilisateur la question qui suit :

"VARIABLE DE BASE DEFINISSANT LE PIVOT :"

si la variable inscrite n'est pas dans la base, SIMPLEX émettra le message suivant :

"ERREUR ! CETTE VARIABLE N'EST PAS DANS LA BASE"

et reprendra la question. Le pivot partiel s'effectuera sur le coefficient qui apparaît dans la ligne et la colonne (dans le tableau du simplexe) correspondant à cette variable de base.

L'utilisateur doit par la suite répondre à la question suivante :

"NO DE LA LIGNE A MODIFIER :"

Ce numéro de ligne correspond à une des contraintes du problème ou à la ligne des coûts (fonction objectif). Si M est le nombre de contraintes, le numéro inscrit, qui doit être un entier positif (voir section 3.1.1), doit être inférieur ou égal à (M+1), ou (M+1) correspond par convention à la ligne des coûts. Si tel n'est pas le cas, SIMPLEX émettra le message suivant :

"CE NO DE LIGNE N'EST PAS ADMISSIBLE"

et reprendra la question. Suite à ces deux questions, le système exécute le pivot demandé et présente à l'écran le tableau du simplexe qui en résulte.

4.2.5 Opération T

Si l'opération demandée est "T", SIMPLEX présente à nouveau le dernier tableau du simplexe vu à l'écran.

4.2.6 Opération E

Si l'opération demandée est "E", SIMPLEX éliminera une ligne dans le tableau du simplexe. Cette opération est utile lorsque le problème possède une ou plusieurs contraintes redondantes : l'utilisateur peut alors éliminer les lignes inutiles du tableau du simplexe (à la fin d'une phase I par exemple). S'il n'y a qu'une ligne dans le tableau (mis à part la ligne des

coûts), SIMPLEX émettra le message suivant :

"ERREUR ! IL NE RESTERA PLUS DE LIGNES DANS LE TABLEAU"

et demandera par la suite une nouvelle opération à effectuer à l'utilisateur. Si tel n'est pas le cas, le système posera la question suivante :

"NO DE LA LIGNE A ELIMINER :"

Ce numéro de ligne correspond à une des contraintes du problème. Si M est le nombre de contraintes, le numéro inscrit, qui doit être un entier positif (voir section 3.1.1), doit être inférieur ou égal à M. Si tel n'est pas le cas, SIMPLEX émettra le message suivant :

"CE NO DE LIGNE N'EST PAS ADMISSIBLE"

et reprendra la question. S'il n'y a pas d'erreur, le système éliminera la ligne inscrite par l'utilisateur et présentera à l'écran le tableau du simplexe qui résulte de cette opération.

4.2.7 Opération 2

Si l'opération demandée est "2" (lors d'une phase I du simplexe), SIMPLEX passera à la phase II. Il éliminera les colonnes dans le tableau correspondant aux variables artificielles et présentera le premier tableau du simplexe pour la seconde phase, en utilisant la base trouvée à la fin de la première. Si une ou plusieurs variables artificielles sont encore dans la base, SIMPLEX n'émettra aucun message d'erreur; il poursuivra normalement ses opérations bien que les résultats produits pourraient ne pas avoir de sens. Le système laisse le soin à l'utilisateur de détecter et de corriger lui-même de telles erreurs.

5. DEUX EXEMPLES

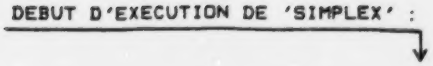
5.1 Problème 1

$$\text{Min } [X(1) - 2X(2) + 2X(3)]$$

sujet à

$$X(1) + X(3) = 4$$
$$X(2) + X(4) = 3$$
$$X(1) - X(2) \leq 1$$
$$X(1), X(2), X(3), X(4) \geq 0$$

```
DEBUT D'EXECUTION DE 'SIMPLEX' :
```



```
                    SIMPLEX
              UN SYSTEME D'AIDE
          POUR LE CALCUL DU PIVOT
        EN PROGRAMMATION LINEAIRE
        **************************

TITRE DU PROBLEME : PROBLEME 1

NOMBRE DE VARIABLES ( INCLUANT LES ECARTS ) : 5

NOMBRE DE CONTRAINTES : 3

DONNEZ LES COEFFICIENTS DES VARIABLES DANS LA FONCTION OBJECTIF :

   COUT DE X(1) = 1.
   COUT DE X(2) = -2.
   COUT DE X(3) = 2.
   COUT DE X(4) = 0.
   COUT DE X(5) = 0.

DONNEZ LES TERMES DE DROITE ( B ) :

   TERME DE DROITE DE LA CONTRAINTE NO 1 = 4.
   TERME DE DROITE DE LA CONTRAINTE NO 2 = 3.
   TERME DE DROITE DE LA CONTRAINTE NO 3 = 1.

DONNEZ LES COEFFICIENTS DES VARIABLES DANS LES CONTRAINTES :

   -CONTRAINTE NO 1 :

    COEFFICIENT DE X(1) = 1.
    COEFFICIENT DE X(2) = 0.
    COEFFICIENT DE X(3) = 1.
    COEFFICIENT DE X(4) = 0.
    COEFFICIENT DE X(5) = 0.

   -CONTRAINTE NO 2 :

    COEFFICIENT DE X(1) = 0.
    COEFFICIENT DE X(2) = 1.
    COEFFICIENT DE X(3) = 0.
    COEFFICIENT DE X(4) = 1.
    COEFFICIENT DE X(5) = 0.

   -CONTRAINTE NO 3 :

    COEFFICIENT DE X(1) = 1.
    COEFFICIENT DE X(2) = -1.
    COEFFICIENT DE X(3) = 0.
    COEFFICIENT DE X(4) = 0.
    COEFFICIENT DE X(5) = 1.


DESIREZ-VOUS PROCEDER A UNE PHASE I (OUI OU NON) ? NON


                PHASE II DU SIMPLEXE
                ********************


INSCRIVEZ LES VARIABLES DE BASE :

  VARIABLE DE BASE DANS LA LIGNE NO 1 DU TABLEAU : X(3)
  VARIABLE DE BASE DANS LA LIGNE NO 2 DU TABLEAU : X(4)
  VARIABLE DE BASE DANS LA LIGNE NO 3 DU TABLEAU : X(5)
```

PROBLEME 1 TABLEAU 1

	BASE	VAL. COUR.	(-Z)	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)
1.	X(3)	4.000	0	1.000	0.	1.000	0.	0.
2.	X(4)	3.000	0	0.	1.000	0.	1.000	0.
3.	X(5)	1.000	0	1.000	-1.000	0.	0.	1.000
4.	(-Z)	0.	1	1.000	-2.000	2.000	0.	0.

QUELLE OPERATION DESIREZ-VOUS ? L
VARIABLE DE BASE DEFINISSANT LE PIVOT : X(3)
NO DE LA LIGNE A MODIFIER : 4

PIVOT PARTIEL POUR ANNULER LE COUT RELATIF DE LA VARIABLE DE BASE X(3)

PROBLEME 1 TABLEAU 2

	BASE	VAL. COUR.	(-Z)	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)
1.	X(3)	4.000	0	1.000	0.	1.000	0.	0.
2.	X(4)	3.000	0	0.	1.000	0.	1.000	0.
3.	X(5)	1.000	0	1.000	-1.000	3.	0.	1.000
4.	(-Z)	-8.000	1	-1.000	-2.000	0.	0.	0.

QUELLE OPERATION DESIREZ-VOUS ? P
INSCRIVEZ LA VARIABLE D'ENTREE : X(2)
INSCRIVEZ LA VARIABLE DE SORTIE : X(4)

PROBLEME 1 TABLEAU 3

	BASE	VAL. COUR.	(-Z)	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)
1.	X(3)	4.000	0	1.000	0.	1.000	0.	0.
2.	X(2)	3.000	0	0.	1.000	0.	1.000	0.
3.	X(5)	4.000	0	1.000	0.	0.	1.000	1.000
4.	(-Z)	-2.000	1	-1.000	0.	0.	2.000	0.

QUELLE OPERATION DESIREZ-VOUS ? P
INSCRIVEZ LA VARIABLE D'ENTREE : X(1)
INSCRIVEZ LA VARIABLE DE SORTIE : X(3)

PROBLEME 1 TABLEAU 4

	BASE	VAL. COUR.	(-Z)	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)
1.	X(1)	4.000	0	1.000	0.	1.000	0.	0.
2.	X(2)	3.000	0	0.	1.000	0.	1.000	0.
3.	X(5)	0.	0	0.	0.	-1.000	1.000	1.000
4.	(-Z)	2.000	1	0.	0.	1.000	2.000	0.

QUELLE OPERATION DESIREZ-VOUS ? R

L'OPTIMUM EST ATTEINT

DESIREZ-VOUS PROCEDER A UNE PHASE I (OUI OU NON) ? NON

PHASE II DU SIMPLEXE
****

INSCRIVEZ LES VARIABLES DE BASE :

VARIABLE DE BASE DANS LA LIGNE NO 1 DU TABLEAU : X(3)
VARIABLE DE BASE DANS LA LIGNE NO 2 DU TABLEAU : X(4)
VARIABLE DE BASE DANS LA LIGNE NO 3 DU TABLEAU : X(5)

PROBLEME 1 TABLEAU 1

	BASE	VAL. COUR.	(-Z)	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)
1.	X(3)	4.000	0	1.000	0.	1.000	0.	0.
2.	X(4)	3.000	0	0.	1.000	0.	1.000	0.
3.	X(5)	1.000	0	1.000	-1.000	0.	0.	1.000
4.	(-Z)	0.	1	1.000	-2.000	2.000	0.	0.

QUELLE OPERATION DESIREZ-VOUS ? L
VARIABLE DE BASE DEFINISSANT LE PIVOT : X(3)
NO DE LA LIGNE A MODIFIER : 4

PROBLEME 1 TABLEAU 2

	BASE	VAL. COUR.	(-Z)	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)
1.	X(3)	4.000	0	1.000	0.	1.000	0.	0.
2.	X(4)	3.000	0	0.	1.000	0.	1.000	0.
3.	X(5)	1.000	0	1.000	-1.000	0.	0.	1.000
4.	(-Z)	-8.000	1	-1.000	-2.000	0.	0.	0.

QUELLE OPERATION DESIREZ-VOUS ? P
INSCRIVEZ LA VARIABLE D'ENTREE : X(2)
INSCRIVEZ LA VARIABLE DE SORTIE : X(5)

EXEMPLE DE PIVOT SUR UN COEFFICIENT NEGATIF

PROBLEME 1 TABLEAU 3

	BASE	VAL. COUR.	(-Z)	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)
1.	X(3)	4.000	0	1.000	0.	1.000	0.	0.
2.	X(4)	4.000	0	1.000	0.	0.	1.000	1.000
3.	X(2)	-1.000	0	-1.000	1.000	0.	0.	-1.000
4.	(-Z)	-10.00	1	-3.000	0.	0.	0.	-2.000

QUELLE OPERATION DESIREZ-VOUS ? P
INSCRIVEZ LA VARIABLE D'ENTREE : X(5)
INSCRIVEZ LA VARIABLE DE SORTIE : X(3)

EXEMPLE DE PIVOT SUR UN COEFFICIENT NUL

PROBLEME 1 TABLEAU 4

	BASE	VAL. COUR.	(-Z)	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)
1.	X(5)	.9999E+99	0	.9999E+99	.9999E+99	.9999E+99	.9999E+99	1.000
2.	X(4)	-.9999E+99	0	-.9999E+99	-.9999E+99	-.9999E+99	-.9999E+99	0.
3.	X(2)	.9999E+99	0	.9999E+99	.9999E+99	.9999E+99	.9999E+99	0.
4.	(-Z)	.9999E+99	1	.9999E+99	.9999E+99	.9999E+99	.9999E+99	0.

QUELLE OPERATION DESIREZ-VOUS ? F

FIN DES OPERATIONS
****

5.2 Problème 2

$$\text{Max } [-3X(1) + 4X(2) - X(3) + 2X(4)]$$

sujet à

$$\begin{aligned}
2X(1) + X(2) + 2X(3) + X(4) &= 10 \\
X(3) + 2X(4) + X(5) &= 10 \\
-X(1) + X(2) - X(4) &\leq 5 \\
2X(1) + 3X(2) + X(3) + X(4) &\geq 5 \\
2X(1) + X(2) + 3X(3) + 3X(4) + X(5) &= 20 \\
X(1), X(2), X(3), X(4), X(5) &\geq 0
\end{aligned}$$

```
DEBUT D'EXECUTION DE 'SIMPLEX' :
                                  ↓

                    SIMPLEX
              UN SYSTEME D'AIDE
          POUR LE CALCUL DU PIVOT
        EN PROGRAMMATION LINEAIRE
        *************************

TITRE DU PROBLEME : PROBLEME 2

NOMBRE DE VARIABLES ( INCLUANT LES ECARTS ) : 7

NOMBRE DE CONTRAINTES : 5


DONNEZ LES COEFFICIENTS DES VARIABLES DANS LA FONCTION OBJECTIF :

   COUT DE X(1) = -3.
   COUT DE X(2) = 4.
   COUT DE X(3) = -1.
   COUT DE X(4) = 2.
   COUT DE X(5) = 0.
   COUT DE X(6) = 0.
   COUT DE X(7) = 0.

DONNEZ LES TERMES DE DROITE ( B ) :

   TERME DE DROITE DE LA CONTRAINTE NO 1 = 10.
   TERME DE DROITE DE LA CONTRAINTE NO 2 = 10.
   TERME DE DROITE DE LA CONTRAINTE NO 3 = 5.
   TERME DE DROITE DE LA CONTRAINTE NO 4 = 5.
   TERME DE DROITE DE LA CONTRAINTE NO 5 = 20.
```

```
DONNEZ LES COEFFICIENTS DES VARIABLES DANS LES CONTRAINTES :

  -CONTRAINTE NO 1 :

   COEFFICIENT DE X(1) = 2.
   COEFFICIENT DE X(2) = 1.
   COEFFICIENT DE X(3) = 2.
   COEFFICIENT DE X(4) = 1.
   COEFFICIENT DE X(5) = 0.
   COEFFICIENT DE X(6) = 0.
   COEFFICIENT DE X(7) = 0.

  -CONTRAINTE NO 2 :

   COEFFICIENT DE X(1) = 0.
   COEFFICIENT DE X(2) = 0.
   COEFFICIENT DE X(3) = 1.
   COEFFICIENT DE X(4) = 2.
   COEFFICIENT DE X(5) = 1.
   COEFFICIENT DE X(6) = 0.
   COEFFICIENT DE X(7) = 0.

  -CONTRAINTE NO 3 :

   COEFFICIENT DE X(1) = -1.
   COEFFICIENT DE X(2) = 1.
   COEFFICIENT DE X(3) = 0.
   COEFFICIENT DE X(4) = -1.
   COEFFICIENT DE X(5) = 0.
   COEFFICIENT DE X(6) = 1.
   COEFFICIENT DE X(7) = 0.

  -CONTRAINTE NO 4 :

   COEFFICIENT DE X(1) = 2.
   COEFFICIENT DE X(2) = 3.
   COEFFICIENT DE X(3) = 1.
   COEFFICIENT DE X(4) = 1.
   COEFFICIENT DE X(5) = 0.
   COEFFICIENT DE X(6) = 0.
   COEFFICIENT DE X(7) = -1.

  -CONTRAINTE NO 5 :

   COEFFICIENT DE X(1) = 2.
   COEFFICIENT DE X(2) = 1.
   COEFFICIENT DE X(3) = 3.
   COEFFICIENT DE X(4) = 3.
   COEFFICIENT DE X(5) = 1.
   COEFFICIENT DE X(6) = 0.
   COEFFICIENT DE X(7) = 0.


DESIREZ-VOUS PROCEDER A UNE PHASE I (OUI OU NON) ? OUI


                    PHASE I DU SIMPLEXE
                    **********


DEFINITION DES VARIABLES ARTIFICIELLES :

  Y A-T-IL UNE VARIABLE ARTIFICIELLE DANS LA CONTRAINTE NO 1 (OUI OU NON) ? OUI
  - CETTE VARIABLE EST T(1)

  Y A-T-IL UNE VARIABLE ARTIFICIELLE DANS LA CONTRAINTE NO 2 (OUI OU NON) ? OUI
  - CETTE VARIABLE EST T(2)

  Y A-T-IL UNE VARIABLE ARTIFICIELLE DANS LA CONTRAINTE NO 3 (OUI OU NON) ? NON

  Y A-T-IL UNE VARIABLE ARTIFICIELLE DANS LA CONTRAINTE NO 4 (OUI OU NON) ? OUI
  - CETTE VARIABLE EST T(3)

  Y A-T-IL UNE VARIABLE ARTIFICIELLE DANS LA CONTRAINTE NO 5 (OUI OU NON) ? OUI
  - CETTE VARIABLE EST T(4)

INSCRIVEZ LES VARIABLES DE BASE POUR LES
CONTRAINTES QUI N'ONT PAS DE VARIABLE ARTIFICIELLE :

  VARIABLE DE BASE DANS LA LIGNE NO 3 DU TABLEAU : X(6)
```

PROBLEME 2 TABLEAU 1

	BASE	VAL. COUR.	(-W)	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)
1.	T(1)	10.00	0	2.000	1.000	2.000	1.000	0.
2.	T(2)	10.00	0	0.	0.	1.000	2.000	1.000
3.	X(6)	5.000	0	-1.000	1.000	0.	-1.000	0.
4.	T(3)	5.000	0	2.000	3.000	1.000	1.000	0.
5.	T(4)	20.00	0	2.000	1.000	3.000	3.000	1.000
6.	(-W)	0.	1	0.	0.	0.	0.	0.

X(6)	X(7)	T(1)	T(2)	T(3)	T(4)
0.	0.	1.000	0.	0.	0.
0.	0.	0.	1.000	0.	0.
1.000	0.	0.	0.	0.	0.
0.	-1.000	0.	0.	1.000	0.
0.	0.	0.	0.	0.	1.000
0.	0.	1.000	1.000	1.000	1.000

GUELLE OPERATION DESIREZ-VOUS ? L
VARIABLE DE BASE DEFINISSANT LE PIVOT : T(1)
NO DE LA LIGNE A MODIFIER : 6

ON DOIT D'ABORD ANNULER LES COUTS RELATIFS DES VARIABLES ARTIFICIELLES

PROBLEME 2 TABLEAU 2

	BASE	VAL. COUR.	(-W)	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)
1.	T(1)	10.00	0	2.000	1.000	2.000	1.000	0.
2.	T(2)	10.00	0	0.	0.	1.000	2.000	1.000
3.	X(6)	5.000	0	-1.000	1.000	0.	-1.000	0.
4.	T(3)	5.000	0	2.000	3.000	1.000	1.000	0.
5.	T(4)	20.00	0	2.000	1.000	3.000	3.000	1.000
6.	(-W)	-10.00	1	-2.000	-1.000	-2.000	-1.000	0.

X(6)	X(7)	T(1)	T(2)	T(3)	T(4)
0.	0.	1.000	0.	0.	0.
0.	0.	0.	1.000	0.	0.
1.000	0.	0.	0.	0.	0.
0.	-1.000	0.	0.	1.000	0.
0.	0.	0.	0.	0.	1.000
0.	0.	0.	0.	1.000	1.000

GUELLE OPERATION DESIREZ-VOUS ? L
VARIABLE DE BASE DEFINISSANT LE PIVOT : T(2)
NO DE LA LIGNE A MODIFIER : 6

PROBLEME 2 TABLEAU 3

	BASE	VAL. COUR.	(-W)	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)
1.	T(1)	10.00	0	2.000	1.000	2.000	1.000	0.
2.	T(2)	10.00	0	0.	0.	1.000	2.000	1.000
3.	X(6)	5.000	0	-1.000	1.000	0.	-1.000	0.
4.	T(3)	5.000	0	2.000	3.000	1.000	1.000	0.
5.	T(4)	20.00	0	2.000	1.000	3.000	3.000	1.000
6.	(-W)	-20.00	1	-2.000	-1.000	-3.000	-3.000	-1.000

X(6)	X(7)	T(1)	T(2)	T(3)	T(4)
0.	0.	1.000	0.	0.	0.
0.	0.	0.	1.000	0.	0.
1.000	0.	0.	0.	0.	0.
0.	-1.000	0.	0.	1.000	0.
0.	0.	0.	0.	0.	1.000
0.	0.	0.	0.	1.000	1.000

GUELLE OPERATION DESIREZ-VOUS ? L
VARIABLE DE BASE DEFINISSANT LE PIVOT : T(3)
NO DE LA LIGNE A MODIFIER : 6

PROBLEME 2 TABLEAU 4

	BASE	VAL. COUR.	(-W)	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)
1.	T(1)	10.00	0	2.000	1.000	2.000	1.000	0.
2.	T(2)	10.00	0	0.	0.	1.000	2.000	1.000
3.	X(6)	5.000	0	-1.000	1.000	0.	-1.000	0.
4.	T(3)	5.000	0	2.000	3.000	1.000	1.000	0.
5.	T(4)	20.00	0	2.000	1.000	3.000	3.000	1.000
6.	(-W)	-25.00	1	-4.000	-4.000	-4.000	-4.000	-1.000

X(6)	X(7)	T(1)	T(2)	T(3)	T(4)
0.	0.	1.000	0.	0.	0.
0.	0.	0.	1.000	0.	0.
1.000	0.	0.	0.	0.	0.
0.	-1.000	0.	0.	1.000	0.
0.	0.	0.	0.	0.	1.000
0.	1.000	0.	0.	0.	1.000

QUELLE OPERATION DESIREZ-VOUS ? L
VARIABLE DE BASE DEFINISSANT LE PIVOT : T(4)
NO DE LA LIGNE A MODIFIER : 6

PROBLEME 2 TABLEAU 5

	BASE	VAL. COUR.	(-W)	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)
1.	T(1)	10.00	0	2.000	1.000	2.000	1.000	0.
2.	T(2)	10.00	0	0.	0.	1.000	2.000	1.000
3.	X(6)	5.000	0	-1.000	1.000	0.	-1.000	0.
4.	T(3)	5.000	0	2.000	3.000	1.000	1.000	0.
5.	T(4)	20.00	0	2.000	1.000	3.000	3.000	1.000
6.	(-W)	-45.00	1	-6.000	-5.000	-7.000	-7.000	-2.000

X(6)	X(7)	T(1)	T(2)	T(3)	T(4)
0.	0.	1.000	0.	0.	0.
0.	0.	0.	1.000	0.	0.
1.000	0.	0.	0.	0.	0.
0.	-1.000	0.	0.	1.000	0.
0.	0.	0.	0.	0.	1.000
0.	1.000	0.	0.	0.	0.

QUELLE OPERATION DESIREZ-VOUS ? P
INSCRIVEZ LA VARIABLE D'ENTREE : X(3)
INSCRIVEZ LA VARIABLE DE SORTIE : T(1)

PROBLEME 2 TABLEAU 6

	BASE	VAL. COUR.	(-W)	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)
1.	X(3)	5.000	0	1.000	.5000	1.000	.5000	0.
2.	T(2)	5.000	0	-1.000	-.5000	0.	1.500	1.000
3.	X(6)	5.000	0	-1.000	1.000	0.	-1.000	0.
4.	T(3)	0.	0	1.000	2.500	0.	.5000	0.
5.	T(4)	5.000	0	-1.000	-.5000	0.	1.500	1.000
6.	(-W)	-10.00	1	1.000	-1.500	0.	-3.500	-2.000

X(6)	X(7)	T(1)	T(2)	T(3)	T(4)
0.	0.	.5000	0.	0.	0.
0.	0.	-.5000	1.000	0.	0.
1.000	0.	0.	0.	0.	0.
0.	-1.000	-.5000	0.	1.000	0.
0.	0.	-1.500	0.	0.	1.000
0.	1.000	3.500	0.	0.	0.

QUELLE OPERATION DESIREZ-VOUS ? P
INSCRIVEZ LA VARIABLE D'ENTREE : X(4)
INSCRIVEZ LA VARIABLE DE SORTIE : T(3)

PROBLEME 2 TABLEAU 7

	BASE	VAL. COUR.	(-W)	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)
1.	X(3)	5.000	0	0.	-2.000	1.000	0.	0.
2.	T(2)	5.000	0	-4.000	-8.000	0.	0.	1.000
3.	X(6)	5.000	0	1.000	6.000	0.	0.	0.
4.	X(4)	0.	0	2.000	5.000	0.	1.000	0.
5.	T(4)	5.000	0	-4.000	-8.000	0.	0.	1.000
6.	(-W)	-10.00	1	8.000	16.00	0.	0.	-2.000

X(6)	X(7)	T(1)	T(2)	T(3)	T(4)
0.	1.000	1.000	0.	-1.000	0.
0.	3.000	1.000	1.000	-3.000	0.
1.000	-2.000	-1.000	0.	2.000	0.
0.	-2.000	-1.000	0.	2.000	0.
0.	3.000	0.	0.	-3.000	1.000
0.	-6.000	0.	0.	7.000	0.

GUELLE OPERATION DESIREZ-VOUS ? P
INSCRIVEZ LA VARIABLE D'ENTREE : X(7)
INSCRIVEZ LA VARIABLE DE SORTIE : T(2)

PROBLEME 2 TABLEAU 8

	BASE	VAL. COUR.	(-W)	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)
1.	X(3)	3.333	0	1.333	.6667	1.000	0.	-.3333
2.	X(7)	1.667	0	-1.333	-2.667	0.	0.	.3333
3.	X(6)	8.333	0	-1.667	.6667	0.	0.	.6667
4.	X(4)	3.333	0	-.6667	-.3333	0.	1.000	.6667
5.	T(4)	0.	0	0.	0.	0.	0.	0.
6.	(-W)	0.	1	0.	0.	0.	0.	0.

X(6)	X(7)	T(1)	T(2)	T(3)	T(4)
0.	0.	.6667	-.3333	0.	0.
0.	1.000	.3333	.3333	-1.000	0.
1.000	0.	-.3333	.6667	0.	0.
0.	0.	-.3333	.6667	0.	0.
0.	0.	-1.000	-1.000	0.	1.000
0.	0.	2.000	2.000	1.000	0.

GUELLE OPERATION DESIREZ-VOUS ? E
NO DE LA LIGNE A ELIMINER : 5

LA CINQUIEME CONTRAINTE
EST REDONDANTE

PROBLEME 2 TABLEAU 9

	BASE	VAL. COUR.	(-W)	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)
1.	X(3)	3.333	0	1.333	.6667	1.000	0.	-.3333
2.	X(7)	1.667	0	-1.333	-2.667	0.	0.	.3333
3.	X(6)	8.333	0	-1.667	.6667	0.	0.	.6667
4.	X(4)	3.333	0	-.6667	-.3333	0.	1.000	.6667
5.	(-W)	0.	1	0.	0.	0.	0.	0.

X(6)	X(7)	T(1)	T(2)	T(3)	T(4)
0.	0.	.6667	-.3333	0.	0.
0.	1.000	.3333	.3333	-1.000	0.
1.000	0.	-.3333	.6667	0.	0.
0.	0.	-.3333	.6667	0.	0.
0.	0.	2.000	2.000	1.000	0.

GUELLE OPERATION DESIREZ-VOUS ? 2

LA PHASE I EST TERMINEE
ON A UNE BASE INITIALE
POUR LA PHASE II

PHASE II DU SIMPLEXE
****

PROBLEME 2 TABLEAU 1

	BASE	VAL. COUR.	(-Z)	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)	X(6)	X(7)
1.	X(3)	3.333	0	1.333	.6667	1.000	0.	-.3333	0.	0.
2.	X(7)	1.667	0	-1.333	-2.667	0.	0.	.3333	0.	1.000
3.	X(6)	8.333	0	-1.667	.6667	0.	0.	.6667	1.000	0.
4.	X(4)	3.333	0	-.6667	-.3333	0.	1.000	.6667	0.	0.
5.	(-Z)	0.	1	-3.000	4.000	-1.000	2.000	0.	0.	0.

QUELLE OPERATION DESIREZ-VOUS ? L
VARIABLE DE BASE DEFINISSANT LE PIVOT : X(3)
NO DE LA LIGNE A MODIFIER : 5

ON DOIT ANNULER LE COUT RELATIF DE X(3) ET X(4)

PROBLEME 2 TABLEAU 2

	BASE	VAL. COUR.	(-Z)	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)	X(6)	X(7)
1.	X(3)	3.333	0	1.333	.6667	1.000	0.	-.3333	0.	0.
2.	X(7)	1.667	0	-1.333	-2.667	0.	0.	.3333	0.	1.000
3.	X(6)	8.333	0	-1.667	.6667	0.	0.	.6667	1.000	0.
4.	X(4)	3.333	0	-.6667	-.3333	0.	1.000	.6667	0.	0.
5.	(-Z)	3.333	1	-1.667	4.667	0.	2.000	-.3333	0.	0.

QUELLE OPERATION DESIREZ-VOUS ? L
VARIABLE DE BASE DEFINISSANT LE PIVOT : X(4)
NO DE LA LIGNE A MODIFIER : 5

PROBLEME 2 TABLEAU 3

	BASE	VAL. COUR.	(-Z)	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)	X(6)	X(7)
1.	X(3)	3.333	0	1.333	.6667	1.000	0.	-.3333	0.	0.
2.	X(7)	1.667	0	-1.333	-2.667	0.	0.	.3333	0.	1.000
3.	X(6)	8.333	0	-1.667	.6667	0.	0.	.6667	1.000	0.
4.	X(4)	3.333	0	-.6667	-.3333	0.	1.000	.6667	0.	0.
5.	(-Z)	-3.333	1	-.3333	5.333	0.	0.	-1.667	0.	0.

QUELLE OPERATION DESIREZ-VOUS ? P
INSCRIVEZ LA VARIABLE D'ENTREE : X(2)
INSCRIVEZ LA VARIABLE DE SORTIE : X(3)

PROBLEME 2 TABLEAU 4

	BASE	VAL. COUR.	(-Z)	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)	X(6)	X(7)
1.	X(2)	5.000	0	2.000	1.000	1.500	0.	-.5000	0.	0.
2.	X(7)	15.00	0	4.000	0.	4.000	0.	-1.000	0.	1.000
3.	X(6)	5.000	0	-3.000	0.	-1.000	0.	1.000	1.000	0.
4.	X(4)	5.000	0	0.	0.	.5000	1.000	.5000	0.	0.
5.	(-Z)	-30.00	1	-11.00	0.	-8.000	0.	1.000	0.	0.

GUELLE OPERATION DESIREZ-VOUS ? P
INSCRIVEZ LA VARIABLE D'ENTREE : X(5)
INSCRIVEZ LA VARIABLE DE SORTIE : X(6)

PROBLEME 2 TABLEAU 5

	BASE	VAL. COUR.	(-Z)	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)	X(6)	X(7)
1.	X(2)	7.500	0	.5000	1.000	1.000	0.	0.	.5000	0.
2.	X(7)	20.00	0	1.000	0.	3.000	0.	0.	1.000	1.000
3.	X(5)	5.000	0	-3.000	0.	-1.000	0.	1.000	1.000	0.
4.	X(4)	2.500	0	1.500	0.	1.000	1.000	0.	-.5000	0.
5.	(-Z)	-35.00	1	-8.000	0.	-7.000	0.	0.	-1.000	0.

GUELLE OPERATION DESIREZ-VOUS ? F

L'OPTIMUM EST ATTEINT

FIN DES OPERATIONS
****

SIMPLEX

SOMMAIRE DES OPERATIONS

F : terminer la session en cours :

R : recommencer la résolution du problème :

P : exécuter un changement de base :

L : exécuter un pivot partiel :

T : revoir le dernier tableau vu à l'écran :

E : éliminer une ligne du tableau :

2 : lors d'une phase I . passer à la phase II .